

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-267081

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/22
H05B 33/14
// C23C 14/06
C23C 14/08

(21)Application number : 2000-073836

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 16.03.2000

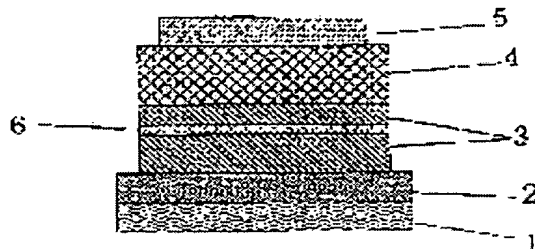
(72)Inventor : FUKUYAMA MASAO
SUZUKI MUTSUMI
KUDO YUJI
HORI YOSHIKAZU

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an organic electroluminescence element which has high luminescence efficiency and small degradation in its luminosity at the time of a drive life.

SOLUTION: The organic electroluminescence element which has high luminescence efficiency and a sharply improved drive life can be obtained by comprising of providing an electric charge transportation interference zone 6 which consists of an organic substance which has a bigger ionization potential value than the ionization potential value of the substance used for a hole transportation zone 3, into the hole transportation zone.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3651347

[Date of registration] 04.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

Searching PAJ

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-267081
(P2001-267081A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	C 3 K 0 0 7
	33/14		A 4 K 0 2 9
// C 2 3 C 14/06		33/14	A
14/08		C 2 3 C 14/06	Q
		14/08	D
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-73836(P2000-73836)

(22) 出願日 平成12年3月16日 (2000.3.16)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 福山 正雄

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 鈴木 睦美

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

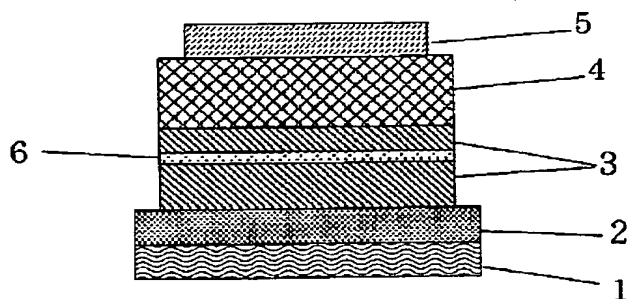
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 正孔輸送帯3の中に、正孔輸送帯に用いる材料のイオン化ポテンシャルの値より大きなイオン化ポテンシャルを有する有機材料からなる電荷輸送干渉帯6を設けた構成とすることにより、発光効率が高く、駆動寿命が大幅に改善された有機電界発光素子を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極と、前記一対の電極の間に、正孔輸送材を含む正孔輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記正孔輸送帯の中に、前記正孔輸送材のイオン化ポテンシャルの値より大きなイオン化ポテンシャルを有する有機材料を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項2】 一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子輸送材を含む電子輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電子輸送帯の中に、前記電子輸送材の電子親和力の値より小さな電子親和力を有する有機材料を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項3】 一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、正孔輸送材と電子輸送材を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項4】 一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、無機化合物を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項5】 一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、金属を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスプレイ等の各種の表示装置として広範囲に利用される発光素子であって、特に低い駆動電圧、高輝度、安定性に優れた有機電界発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電界発光素子は、自己発光のために液晶素子にくらべて明るく、鮮明な表示が可能であるため、旧来多くの研究者によって研究されてきた。

【0003】現在、実用レベルに達し商品化されている電界発光素子としては、無機材料のZnSを用いた素子がある。

【0004】しかし、このような無機の電界発光素子は発光のための駆動電圧として200V程度必要であるため、広く使用されるには至っていない。

【0005】これに対して、有機材料を用いた電界発光素子である有機電界発光素子は、従来、実用的なレベルからはほど遠いものであったが、アプライド・フィジックス・レターズ、51巻、913頁、1987年(Applied Physics Letters, Vol.

51, P. 913, 1987)で開示されているように、コダック社のC. W. Tangらによって開発された積層構造素子により、その特性が飛躍的に進歩した。

【0006】彼らは、蒸着膜の構造が安定であって電子を輸送することのできる蛍光体と、正孔を輸送することのできる有機物を積層し、両方のキャリアーを蛍光体中に注入して発光させることに成功した。

【0007】これによって、有機電界発光素子の発光効率が向上し、10V以下の電圧で1000cd/m²以上の発光が得られるようになった。

【0008】さらに、ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス、65巻、3610頁、1989年(J. Appl. Phys., Vol. 65, P. 3610, 1989)で開示されているように、1989年には同じくコダック社のC. W. Tangらによりゲストホストシステムによる発光帯が提案され、素子の発光効率の向上および多様な発光材料の使用が可能となった。

【0009】その後、多くの研究者により活発な研究開発がなされ、有機電界発光素子に用いられる発光材料や電荷輸送材料の開発、及び素子構造の改良がなされて来た。その結果、現在では低輝度で1万時間程度の輝度半減時間を有する素子も発表されるようになった。

【0010】しかしながら、ディスプレイ等の電子デバイスとして有機電界発光素子を用いるには駆動寿命が未だ不十分であり、寿命を大幅に向上させることが実用化において大きな課題となっている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、発光効率が高く、駆動寿命が大幅に改善された有機電界発光素子を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、正孔輸送帯の中に、正孔輸送帯に用いる材料のイオン化ポテンシャルの値より大きなイオン化ポテンシャルを有する有機材料からなる電荷輸送干渉帯を設けた有機電界発光素子である。または、電子輸送帯の中に、電子輸送帯に用いる材料の電子親和力の値より小さな電子親和力を有する有機材料からなる電荷輸送干渉帯を設けた有機電界発光素子である。または、電荷輸送帯の中に、正孔輸送材料と電子輸送材料からなる電荷輸送干渉帯、または無機化合物からなる電荷輸送干渉帯、または金属からなる電荷輸送干渉帯を設けた有機電界発光素子である。

【0013】このような構成によれば、発光効率が高く、駆動寿命が大幅に改善された有機電界発光素子が提供される。

【0014】

【発明の実施の形態】請求項1記載の発明は、一対の電極と、前記一対の電極の間に、正孔輸送材を含む正孔輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子

であって、前記正孔輸送帯の中に、前記正孔輸送材のイオン化ポテンシャルの値より大きなイオン化ポテンシャルを有する有機材料を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子である。

【0015】このような電荷輸送干渉帯を正孔輸送帯の中に設けることにより、正孔の輸送を制御することができる。このため、発光帯に注入される電子と正孔のバランスを一定に保つことができ、発光の安定性を大幅に改善することが可能となる。イオン化ポテンシャルの測定は紫外線光電子分析装置などの通常の手法で求めたもので良い。

【0016】なお、電荷輸送干渉帯に用いる有機材料が、正孔輸送性の小さな場合や、薄膜性の悪い場合は、電荷輸送干渉帯域の膜厚を薄くすることで発光特性の優れた素子を作製することができる。具体的には、膜厚を5nm以下にすると良く、特に1nm以下にすると非常に良い。また、正孔輸送材料としては有機電界発光素子で通常用いられるものであればよく、特に芳香族アミン化合物が有用である。

【0017】請求項2記載の発明は、一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子輸送材を含む電子輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電子輸送帯の中に、前記電子輸送材の電子親和力の値より小さな電子親和力を有する有機材料を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子である。

【0018】このような電荷輸送干渉帯を電子輸送帯の中に設けることにより、電子の輸送を制御することができる。このため、発光帯に注入される電子と正孔のバランスを一定に保つことができ、発光の安定性を大幅に改善することが可能となる。電子親和力の値はイオン化ポテンシャルの値から、エネルギーギャップの値を差し引いて求めることができる。イオン化ポテンシャルの測定は紫外線光電子分析装置などで、エネルギーギャップの測定は分光光度計などの通常の手法で求めたもので良い。

【0019】なお、電荷輸送干渉帯に用いる有機材料が、電子輸送性の小さな場合や、薄膜性の悪い場合は、電荷輸送干渉帯域の膜厚を薄くすることで発光特性の優れた素子を作製することができる。具体的には、膜厚を5nm以下にすると良く、特に1nm以下にすると非常に良い。また、電子輸送材料としては有機電界発光素子で通常用いられるものであればよく、特に金属錯体化合物が有用である。

【0020】請求項3記載の発明は、一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、正孔輸送材と電子輸送材を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子である。

【0021】このような電荷輸送干渉帯を電荷輸送帯の中に設けることにより、電子または正孔の輸送を制御することができる。このため、発光帯に注入される電子と正孔のバランスを一定に保つことができ、発光の安定性を大幅に改善することが可能となる。

【0022】なお、正孔輸送材料または電子輸送材料としては有機電界発光素子で通常用いられるものであればよく、正孔輸送材料としては芳香族アミン化合物が、電子輸送材料としては金属錯体化合物が特に有用である。

【0023】請求項4記載の発明は、一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、無機化合物を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子である。

【0024】このような電荷輸送干渉帯を電荷輸送帯の中に設けることにより、電子または正孔の輸送を制御することができる。このため、発光帯に注入される電子と正孔のバランスを一定に保つことができ、発光の安定性を大幅に改善することが可能となる。ここで用いられる無機化合物としては酸化物、ハロゲン化物、窒化物、硫化物、水酸化物などが挙げられる。具体的にはSiO、SiO₂、GeO、GeO₂、LiF、Li₂O、MgF、CaFなどが挙げられる。

【0025】なお、無機化合物が、電荷輸送性の小さな場合や、薄膜性の悪い場合は、その帯域の膜厚を薄くすることで発光特性の優れた素子を作製することができる。具体的には、膜厚を5nm以下にすると良く、特に1nm以下にすると非常に良い。

【0026】請求項5記載の発明は、一対の電極と、前記一対の電極の間に、電子または正孔を輸送する電荷輸送帯と発光材を含む発光帯とを有する有機電界発光素子であって、前記電荷輸送帯の中に、金属を含む電荷輸送干渉帯を有することを特徴とする有機電界発光素子である。

【0027】このような電荷輸送干渉帯を電荷輸送帯の中に設けることにより、電子または正孔の輸送を制御することができる。このため、発光帯に注入される電子と正孔のバランスを一定に保つことができ、発光の安定性を大幅に改善することが可能となる。なお、電荷輸送帯が、正孔を輸送する正孔輸送帯の場合には、そこに用いる正孔輸送材料のイオン化ポテンシャルより大きな値の仕事関数を有する金属を用いるとさらによい。

【0028】なお、正孔輸送帯、電子輸送帯または電荷輸送帯の中に設ける電荷輸送干渉帯は電極や発光帯と接することなく設けたほうがよい。電極や発光帯と接して設けると電荷の注入特性や発光特性を低下させる可能性があり、高効率の素子を実現するのにふさわしくない。

【0029】なお、発光帯に用いる発光材料としては、各種の蛍光性有機化合物から選べるができるもので

あり、特に有用な発光材料としては各種の蛍光性金属錯体化合物、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、メロシアン誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、スチリル誘導体、フラボン誘導体、キノリン誘導体、アクリジン誘導体、縮合多環化合物、トリフェニルアミン誘導体などが挙げられる。また、ポリパラフェニレンビニレン、ポリフルオレノンなどの蛍光性高分子化合物なども用いることができる。

【0030】また、N,N'-ジメチルキナクリドン、N,N'-ジフェニルキナクリドンなどのキナクリドン誘導体や3-(2'-ベンゾチアゾリル)-7-ジエチルアミノクマリン(クマリン6)などのクマリン誘導体、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-アミノスチリル)-4H-ピラン、ルブレノ、ジフェニルテトラセン、ペリレンなどの各種蛍光材料を発光帯にドーパントとして添加することによりさらに高効率、高輝度、高信頼性の有機電界発光素子を作製することができる。

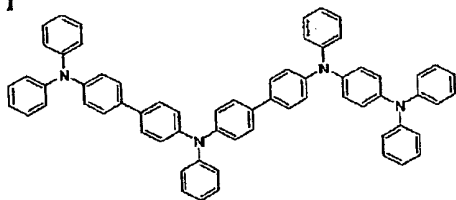
【0031】また、発光帯と正孔輸送帯、電子輸送帯または電荷輸送帯が同一材料であっても良い。

【0032】以下に、本発明を具体的な実施の形態により説明する。

【0033】以下の実施の形態では、正孔輸送材として(化1)で示すN,N'-ビス[4'-(N,N'-ジフェニルアミノ)-4-ピフェニル]-N,N'-ジフェニルベンジジン(以下TPTという)を、電子輸送性の発光材として(化2)で示すトリス(8-キノリノール)アルミニウム(以下Alqという)を用い、陽極、正孔輸送帯、発光帯、陰極の順に積層した素子の構成を代表的に示すが、本発明はこの構成に限定されるものでももちろんない。また、通常は基板上に陽極から陰極の順に積層するが、これとは逆に基板上に陰極から陽極の順に積層してもよい。

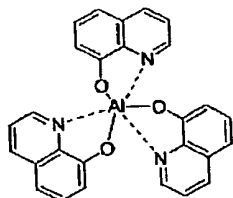
【0034】

【化1】



【0035】

【化2】

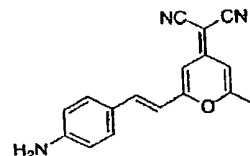


(実施の形態1) 本発明第1の実施の形態における有機電界発光素子は、図1にその断面図を示すように、ガラ

ス基板1上に透明電極2としてITO電極をあらかじめ形成したものの上に、正孔を輸送する正孔輸送帯3、発光現象が起こる発光帯4、陰極5の順に蒸着して作製した構成を有する。正孔輸送帯の中に設ける電荷輸送干渉帯6としては(化3)に示す4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-アミノスチリル)-4H-ピラン(以下DCMという)を用いた。

【0036】

【化3】



以下、本実施の形態における有機発光素子の製造方法を示す。

【0037】まず、十分に洗浄したITO電極付きのガラス基板、TPT、Alq、DCM、アルミニウム及びリチウムを蒸着装置にセットした。

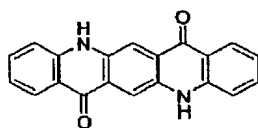
【0038】ついで、 2×10^{-4} Paまで排気した後、0.1 nm/秒の速度でセットしたTPTを蒸着し正孔輸送帯を30 nm形成した。ついで、セットしたDCMを0.02 nm/秒の速度で蒸着し、膜厚1 nmの電荷輸送干渉帯を形成した。その後再度TPTを蒸着し正孔輸送帯を20 nm形成した。次に、電子輸送性発光材のAlqを0.1 nm/秒で蒸着し、膜厚50 nmの発光帯を積層した。その後、アルミニウムとリチウムをそれぞれ別の蒸着源より蒸着しアルミニウムとリチウムの共蒸着層を150 nm形成して陰極とした。なお、これらの蒸着はいずれも真空を破らずに連続して行い、膜厚は水晶振動子によってモニターした。

【0039】そして、素子作製後、直ちに乾燥窒素中で電極の取り出しを行い、引続き特性測定を行った。ここで、得られた素子の発光効率は、発光輝度100 cd/m²の場合の値で定義した。また、駆動寿命は初期輝度を1000 cd/m²として一定電流で駆動したときに、輝度が初期の半分の500 cd/m²になる間での時間で定義した。

【0040】同様の測定を電荷輸送干渉帯として(化4)に示すキナクリドン、(化5)に示すクマリン、(化2)に示すAlqを用いて行った。これらの結果を、電荷輸送干渉帯を設けていない素子と比較して以下の(表1)に示す。また、理研計器製の表面分析装置(AC-1)より求めたイオン化ポテンシャルの値を(表1)に示した。

【0041】

【化4】

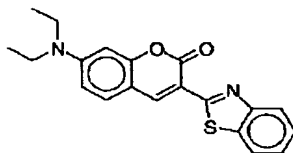


【0043】

【表1】

【0042】

【化5】



電荷輸送干渉帯	イオン化ポテンシャル (eV)	発光効率 (lm/W)	駆動寿命 (時間)
DCM	5.6	3.0	1500
キナクリドン	5.5	2.8	1400
クマリン	5.6	2.9	1700
Alq	5.9	3.1	1900
無し	—	2.5	300

正孔輸送材TPPTのイオン化ポテンシャル：5.4 eV

（表1）より、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が優れていることが確認された。

【0044】（実施の形態2）本発明第2の実施の形態における有機電界発光素子は、電荷輸送干渉帯として正孔輸送材のTPPTと電子輸送材のAlqの混合層を設けた以外は、実施の形態1と同様に有機電界発光素子を作製し、その特性を評価した。なお、混合層はそれぞれの材料が1：1になるように共蒸着法により成膜し、その膜厚は5 nmとした。

【0045】その結果、発光効率は2.8 lm/W、駆動寿命は1700時間となり、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が優れていることが確認された。

【0046】（実施の形態3）本発明第3の実施の形態における有機電界発光素子は、電荷輸送干渉帯として酸化ゲルマニウムを膜厚1 nm設けた以外は、実施の形態1と同様に有機電界発光素子を作製し、その特性を評価した。

【0047】その結果、発光効率は2.6 lm/W、駆動寿命は1400時間となり、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が優れていることが確認された。

【0048】（実施の形態4）本発明第4の実施の形態における有機電界発光素子は、電荷輸送干渉帯として銀を膜厚1 nm設けた以外は、実施の形態1と同様に有機電界発光素子を作製し、その特性を評価した。

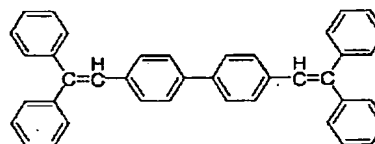
【0049】その結果、発光効率は2.3 lm/W、駆動寿命は1200時間となり、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が優れていることが確認された。

【0050】（実施の形態5）本発明第5の実施の形態における有機電界発光素子は、図2にその断面図を示す

ように、ガラス基板1上に透明電極2としてITO電極をあらかじめ形成したものの上に、正孔を輸送する正孔輸送帯3、発光現象が起こる発光帯4、電子を輸送する電子輸送帯7、陰極5の順に蒸着して作製した構成を有する。電子輸送帯の中に設ける電荷輸送干渉帯6としてはTPPTを用いた。発光材としては（化6）で示すDPVB iを電子輸送材としてはAlqを用いた。

【0051】

【化6】



以下、本実施の形態における有機発光素子の製造方法を示す。

【0052】まず、十分に洗浄したITO電極付きのガラス基板、TPPT、DPVB i、Alq、アルミニウム及びリチウムを蒸着装置にセットした。

【0053】ついで、 2×10^{-4} Paまで排気した後、0.1 nm/秒の速度でセットしたTPPTを蒸着し正孔輸送帯を50 nm形成した。次に、発光材のDPVB iを0.1 nm/秒で蒸着し、膜厚25 nmの発光帯を積層した。その後、電子輸送材のAlqを0.1 nm/秒で蒸着し、膜厚12.5 nmの電子輸送帯を積層した。その後、電荷輸送干渉帯としてTPPTを0.02 nm/秒の速度で蒸着し、膜厚を1 nmとした。さらに、再度、電子輸送材のAlqを0.1 nm/秒で蒸着し、膜厚12.5 nmの電子輸送帯を積層した。ついで、アルミニウムとリチウムをそれぞれ別の蒸着源より蒸着しアルミニウムとリチウムの共蒸着層を150 nm形成して陰極とした。なお、これらの蒸着はいずれも真空を破ら

ずに連続して行い、膜厚は水晶振動子によってモニターした。

【0054】そして、素子作製後、直ちに乾燥窒素中で電極の取り出しを行い、引続き特性測定を行った。ここで、得られた素子の発光効率は、発光輝度 $100\text{cd}/\text{m}^2$ の場合の値で定義した。また、駆動寿命は初期輝度を $1000\text{cd}/\text{m}^2$ として一定電流で駆動したときに、輝度が初期の半分の $500\text{cd}/\text{m}^2$ になる間での

電荷輸送干渉帯	電子親和力 (eV)	発光効率 (lm/W)	駆動寿命 (時間)
TPT	2.4	2.8	1000
無し	—	2.5	300

電子輸送材Alqの電子親和力：3.2eV

(表2)より本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が優れていることが確認された。

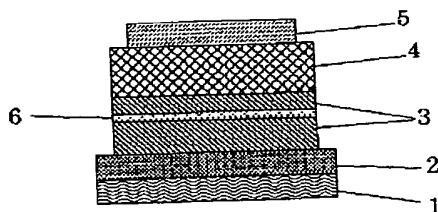
【0057】なお、本実施の形態では、電荷輸送干渉帯6としてTPTを用いたが、正孔輸送材と電子輸送材との混合層(例えばTPTとAlqとの混合層)を用いても良好な結果が得られた。さらに、酸化物、ハロゲン化合物、窒化物、硫化物、水酸化物などの無機化合物や、金属を用いても良好な結果が得られた。

【0058】

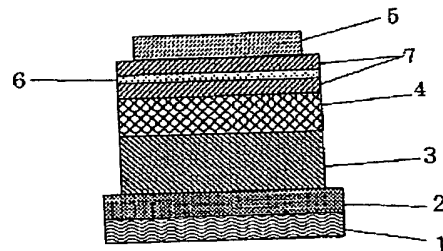
【発明の効果】以上のように、本発明によれば、発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子が得られるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図2】



時間で定義した。

【0055】その結果を、電荷輸送干渉帯を設けていない素子と比較して以下の(表2)に示す。また、理研計器製の表面分析装置(AC-1)より求めたイオン化ポテンシャルの値から、分光光度計で測定した吸収端の値を差し引いて求めた電子親和力の値を(表2)に示す。

【0056】

【表2】

【図1】本発明第1の実施の形態における有機電界発光素子の構成を示す断面図

【図2】本発明第5の実施の形態における有機電界発光素子の構成を示す断面図

【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 透明電極
- 3 正孔輸送帯
- 4 発光帯
- 5 陰極
- 6 電荷輸送干渉帯
- 7 電子輸送帯

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7
C 2 3 C 14/08

識別記号

F I
C 2 3 C 14/08

テーマコード(参考)

N
J

(72)発明者 工藤 祐治
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 堀 義和
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB11 CA01 CB01 DA01
DB03 EA00 EB00 EC00
4K029 AA09 BA04 BA42 BA43 BA45
BA47 BA50 BA62 BB02 BC07
BD01 CA01

THIS PAGE BLANK (USPTO)